

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Juli 2009 (23.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/089879 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B60T 13/74 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/010599

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Dezember 2008 (12.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 005 145.4 18. Januar 2008 (18.01.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Carl-  
Spaeter-Strasse 8, 56070 Koblenz (DE).

(71) Anmelder (nur für US): SCHLÜTER, Frank (Erbe des  
verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Buchenauerstrasse 47,  
56154 Boppard (DE). SCHLÜTER, Alexander (Erbe des  
verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Faulbacherstrasse 15,  
56206 Kammerforst (DE). SCHLÜTER, Stefan (Erbe  
des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Faulbacherstrasse  
15, 56206 Kammerforst (DE). GERDT, Irina (Erbin des  
verstorbenen Erfinders) [RU/DE]; Faulbacherstrasse 14a,  
56206 Kammerforst (DE).

(72) Erfinder: SCHLÜTER, Peter (verstorben).

(74) Anwalt: THUM, Bernhard; Wuesthoff & Wuesthoff,  
Schweigerstrasse 2, 81541 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,  
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,  
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,  
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,  
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG).

Veröffentlicht:

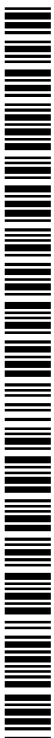
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

(54) Title: BRAKING FORCE GENERATOR FOR A HYDRAULIC VEHICLE BRAKE SYSTEM AND VEHICLE BRAKE SYSTEM

(54) Bezeichnung: BREMSKRAFTERZEUGER FÜR EINE HYDRAULISCHE FAHRZEUGBREMSANLAGE UND FAHRZEUGBREMSANLAGE

(57) Abstract: The invention relates to a braking force generator (10) for a hydraulic vehicle brake system (12), comprising a force input member (56), which can be coupled or is coupled to a brake pedal (58) and can be displaced in a housing arrangement of the brake force generator (10), a master brake cylinder (16), in which a primary piston (66) is displaceably guided, wherein the primary piston (66) with the master brake cylinder (16) delimits a primary pressure chamber (70) for generating a hydraulic braking pressure, a pedal counterforce simulation device (80) that can be coupled to the force input member (56), and an actuating force generating device for applying an actuating force on the primary piston (66), wherein the pedal counterforce simulation device (80) can be coupled or is coupled to the force input member (56). According to the invention, in order to simplify the design it is provided that the housing arrangement has a separately configured intermediate housing part (15), which is connected to the master brake cylinder (16) and on which a generator housing (14) associated with the actuating force generating device is attached, wherein the intermediate housing part (14) receives at least one component of the pedal counterforce simulation device (80).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Bremskraftezeuger (10) für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage (12) mit einem Krafteingangsglied (56), das mit einem Bremspedal (58) koppelbar oder gekoppelt und in einer Gehäuseanordnung des Bremskraftezeugers (10) verlagerbar ist, einem Hauptbremszylinder (16), in dem ein Primärkolben (66) verlagerbar geführt ist, wobei der Primärkolben (66) mit dem Hauptbremszylinder (16) eine Primärdruckkammer (70) zur Erzeugung eines hydraulischen Bremsdrucks begrenzt, einer mit dem Krafteingangsglied (56) koppelbaren Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) und einer Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zum Ausüben einer Betätigungskraft auf den Primärkolben (66), wobei die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) mit dem Krafteingangsglied (56) koppelbar oder gekoppelt ist. Bei diesem ist zur Vereinfachung des Aufbaus vorgesehen, dass die Gehäuseanordnung ein separat ausgebildetes Zwischengehäuseteil (15) aufweist, das mit dem Hauptbremszylinder (16) verbunden ist und auf dem ein der Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zugeordnetes Erzeugergehäuse (14) angebracht ist, wobei das Zwischengehäuseteil (14) wenigstens eine Komponente der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) aufnimmt.



WO 2009/089879 A2

## Bremskrafterzeuger für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage und Fahrzeugbremsanlage

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bremskrafterzeuger für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage mit einem Krafteingangsglied, das mit einem Bremspedal koppelbar oder gekoppelt und in einer Gehäuseanordnung des Bremskrafterzeugers verlagerbar ist, einem Hauptbremszylinder, in dem ein Primärkolben verlagerbar  
0 geführt ist, wobei der Primärkolben mit dem Hauptbremszylinder eine Primärdruckkammer zur Erzeugung eines hydraulischen Bremsdrucks begrenzt, einer mit dem Krafteingangsglied koppelbaren Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung und einer Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zum Ausüben einer Betätigungskraft auf den Primärkolben, wobei die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung mit dem Kraftein-  
15 gangsglied koppelbar oder gekoppelt ist.

20

25

30

35

Ein derartiger Bremskrafterzeuger ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt. So zeigt das Dokument DE 10 2005 030 223 A1 einen solchen Bremskrafterzeuger sowie eine zugehörige Fahrzeugbremsanlage. Dieser Bremskrafterzeuger hat unter anderem den Vorteil, dass die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung nicht unmittelbar in der Nähe des Krafteingangsglieds angeordnet werden muss, sondern über ein Hydrauliksystem mit diesem koppelbar ist, so dass die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung nahezu beliebig an einer Stelle untergebracht werden kann, an der Bauraum zur Verfügung steht. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass sich der Bremskrafterzeuger besonders für den Einsatz in Bremsanlagen eignet, die auch für ein so genanntes regeneratives oder rekuperatives Bremsen genutzt werden können. Ein derartiges regeneratives oder rekuperatives Bremsen wird unter Ausnutzung eines Generators durchgeführt, wobei die mit dem Generator erzeugte elektrische Energie in einem Akkumulator zwischengespeichert werden kann und zum Betreiben eines Elektromotors als zusätzliche Antriebsquelle zu einem Verbrennungsmotor genutzt werden kann. Hierfür ist es erforderlich, dem Fahrer während eines solchen Bremsvorgangs ein übliches Betätigungsgefühl am Bremspedal zu vermitteln, obgleich die Bremswirkung nicht über die eigentliche Bremsanlage des Kraftfahrzeugs sondern eben durch die Verzögerungswirkung beim Antreiben des Generators erreicht wird.

Der aus diesem Stand der Technik bekannte Bremskrafterzeuger setzt sich somit aus an sich bekannten Einzelkomponenten zusammen, wie etwa einer Kammeranordnung wie sie bei einem herkömmlichen Bremskraftverstärker verwendet wird oder einer hydraulisch angekoppelten Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung oder dem Hauptbremszylinder. Diese Einzelkomponenten sind dabei im Rahmen einer einheitlichen Konstruktion zusammengefasst. Es hat sich aber gezeigt, dass je nach Fahrzeugtyp und Fahrzeughersteller diese Einzelkomponenten unterschiedlich ausgelegt werden müssen. So wünscht ein Fahrzeughersteller für einen bestimmten Fahrzeugtyp beispielsweise einen Bremskrafterzeuger mit einer Tandem-Kammeranordnung, wohingegen für einen anderen Fahrzeugtyp lediglich eine Kammeranordnung mit nur einer Arbeitskammer und Vakuumkammer benötigt wird. Um derartigen verschiedenen Anforderungsprofilen nachzukommen, müssen in aufwändiger Weise viele verschiedene Bremskrafterzeuger bereitgestellt werden.

Als weiterer Stand der Technik sind die Dokumente DE 40 05 586 A1, DE 196 32 035 A1, DE 102 58 266 A1 und DE 103 11 060 A1 aus der Patentliteratur zu nennen. Darüber hinaus beschreibt der Artikel „The Regenerative Brake System“ aus der Zeitschrift AutoTechnology, Special Honda Hybrids, 2007, S. 48-49, Hintergründe zu regenerativen Bremssystemen.

Es ist demgegenüber eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Bremskrafterzeuger der eingangs bezeichneten Art bereitzustellen, der sich bedarfsweise an verschiedene Anforderungen anpassen lässt.

Diese Aufgabe wird durch einen Bremskrafterzeuger der eingangs bezeichneten Art gelöst, bei dem vorgesehen ist, dass die Gehäuseanordnung ein separat ausgebildetes Zwischengehäuseteil aufweist, das mit dem Hauptbremszylinder verbunden ist und auf dem ein der Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zugeordnetes Erzeugergehäuse angebracht ist, wobei das Zwischengehäuseteil wenigstens eine Komponente der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung aufnimmt.

Durch die Verwendung eines Zwischengehäuseteils, das mit dem Hauptbremszylinder koppelbar ist und mit dem die Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung mit ihrem Erzeugergehäuse an dem Hauptbremszylinder angebracht werden kann, ergibt sich ein modularer Aufbau. Je nach Bedarf lassen sich somit verschiedene Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtungen mit verschiedenen Hauptbremszylindern und bedarfsweise angepassten Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtungen koppeln. Dadurch

lässt sich zum einen die Konstruktion erleichtern, weil die Einzelkomponenten modular miteinander kombiniert werden können. Ferner lässt sich der modular aufgebaute Bremskrafterzeuger auf diese Weise auch hinsichtlich des für ihn erforderlichen Bauraums optimieren.

5

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Zwischengehäuseteil hülsenartig mit einem axialen Durchbruch ausgebildet ist und einen endseitigen Kopplungsabschnitt des Hauptbremszylinders mit einem einseitig an dem Zwischengehäuseteil angeordneten Zylinderaufnahmeabschnitt dichtend aufnimmt. Auf diese Weise wird durch einfache konstruktive Mittel die Schnittstelle zwischen dem Hauptbremszylinder und dem Zwischengehäuseteil geschaffen. Diese Schnittstelle kann sozusagen standardisiert werden, so dass unterschiedliche Zwischengehäuseteile mit unterschiedlichen Hauptbremszylindern kombiniert werden können, bei denen die Schnittstelle jeweils gleich ausgebildet ist.

15

In diesem Zusammenhang kann erfindungsgemäß ferner vorgesehen sein, dass das Zwischengehäuseteil im Bereich seines Zylinderaufnahmeabschnitts mit erweitertem Innendurchmesser ausgebildet ist. Der verbleibende Körper des Zwischengehäuseteils lässt sich dann mit einem kleineren Durchmesser zur Einsparung von Bauraum ausbilden. Ferner kann hinsichtlich der konstruktiven Auslegung des Zwischengehäuseteils vorgesehen sein, dass dieses an seinem vom Zylinderaufnahmeabschnitt entfernten Endbereich mit einem im Durchmesser verengten Anlageabschnitt ausgebildet ist. In diesem Zusammenhang sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass in dem Zwischengehäuseteil ein der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung zugeordneter Betätigungskolben aufgenommen ist, der in seiner Ausgangsstellung an dem Anlageabschnitt anliegt. Auf diese Weise lässt sich das Zwischengehäuseteil einfach mit der Betätigungsanordnung des Bremskrafterzeugers, insbesondere mit dem Krafteingangsglied koppeln.

20

Das Krafteingangsglied kann bei einer Ausführungsvariante der Erfindung über eine Übertragungskolbenanordnung mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung gekoppelt sein. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht dabei vor, dass der Primärkolben mit einer Durchgangsbohrung versehen ist, in der der Betätigungskolben geführt ist, wobei der Betätigungskolben eine Betätigungszylinderbohrung aufweist, in der ein Simulatorkolben einer Übertragungskolbenanordnung geführt und verlagerbar ist, wobei der Simulatorkolben in dem Betätigungskolben eine Hydraulikfluidkammer begrenzt, die fluidisch mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung gekoppelt ist.

25

Ferner kann vorgesehen sein, dass das Krafteingangsglied über die Übertragungskolbenanordnung mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung gekoppelt ist.

5 Hinsichtlich des modularen Aufbaus des erfindungsgemäßen Bremskrafterzeugers sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass das Erzeugergehäuse der Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung über das Zwischengehäuseteil relativ zu dem Hauptbremszylinder positioniert. In diesem Zusammenhang kann erfindungsgemäß ferner vorgesehen sein, dass das Zwischengehäuseteil eine relativ zu dem Zylinder-  
10 aufnahmeabschnitt ausgerichtete Außenumfangsfläche aufweist, auf der ein Montageabschnitt des Erzeugergehäuses angebracht ist.

Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung ein Steuerventil und eine Kammeranordnung aufweist, wobei die Kammeranordnung mit einer Unterdruckkammer und einer von der Unterdruck-  
15 kammer durch eine bewegliche Wand getrennte und über das Steuerventil fluidisch verbindbare Arbeitskammer ausgebildet ist und wobei das Steuerventil mechanisch über die Pedalbetätigung zum Erzielen einer die Betätigungskraft bestimmenden Druckdifferenz zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer ansteuerbar  
20 ist.

Je nach Anforderungsprofil ist auch das Verhalten der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung unterschiedlich einzustellen. In diesem Zusammenhang kann gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung über ein Pedalgegenkraft-Hydrauliksystem hydrau-  
25 lisch mit einer komprimierbaren Simulationsfeder oder/und mit fluidischen Dämpfungsmitteln, vorzugsweise einer Drossel, oder/und mit einer gummielastischen Anschlagscheibe koppelbar ist. Die Simulationsfeder, die Dämpfungsmittel sowie die gummielastische Anschlagscheibe lassen sich dann bedarfsweise auslegen.

30 Im Betrieb eines Bremskrafterzeugers gibt es auch Fälle, in denen die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung deaktiviert werden muss, um die Betätigungskraft am Bremspedal voll auszunutzen. Hierfür kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das Pedalgegenkraft-Hydrauliksystem mit einem ansteuerbaren Trennventil ausgebildet ist, das in einer ersten Stellung, vorzugsweise in seiner Passivstellung, die Dämpferanordnung und die Übertragungskolbenanordnung hydraulisch voneinander  
15 entkoppelt und eine im Wesentlichen ungedämpfte Bewegung der Übertragungskolbenanordnung zulässt und das in einer zweiten Stellung, vorzugsweise seiner Aktiv-

stellung, die Dämpferanordnung und die Übertragungskolbenanordnung hydraulisch miteinander koppelt. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass das Trennventil zu Beginn einer Bremspedalbetätigung aus seiner Passivstellung in seine Aktivstellung geschaltet wird und die Ansteuerung erst nach  
5 Beendigung der Bremspedalbetätigung aus seiner Aktivstellung in seine Passivstellung geschaltet wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit einem Bremskrafterzeuger nach einem der vorangehenden Ansprüche. Bei dieser Bremsanlage kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das Kraftfahrzeug mit einem zur  
10 Verzögerung genutzten Generator ausgebildet ist und dass die bei Aktivierung des Generators erzielte Fahrzeugverzögerung bei der Ansteuerung der Bremsanlage berücksichtigt wird, wobei die Bremsanlage einen mit dem Hauptbremszylinder kommunizierenden fluidischen Bremskreis aufweist, in dem wenigstens ein Fluidspeicher  
15 vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Fluidspeicher solange mit Hydraulikfluid aus dem fluidischen Bremskreis beschickbar ist, solange eine zum Abbremsen des Fahrzeugs momentan erforderliche Soll-Verzögerung die durch Aktivierung des Generators maximal erzielbare Fahrzeugverzögerung nicht übersteigt, wobei zwischen dem fluidischen Bremskreis und dem Fluidspeicher ein ansteuerbares Schaltventil  
20 vorgesehen ist, das in seiner ansteuerungsfreien Passivstellung den Fluidspeicher von dem fluidischen Bremskreis trennt und in seiner angesteuerten Aktivstellung den Fluidspeicher mit dem fluidischen Bremskreis verbindet.

Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren erläutert.  
5 Es stellen dar:

Fig.1 eine Übersichtsdarstellung der erfindungsgemäßen Bremsanlage mit dem lediglich schematisch gezeichneten Bremskrafterzeuger,

0 Fig.2 eine vergrößerte Übersichtsdarstellung des erfindungsgemäßen Bremskrafterzeugers und

Fig. 3 eine Detaildarstellung des Zwischengehäuseteils und der angrenzenden Komponenten im eingebauten Zustand.

5 In Fig.1 ist ein erfindungsgemäßer Bremskrafterzeuger allgemein mit 10 bezeichnet, der in eine erfindungsgemäße Bremsanlage 12 integriert ist. Bevor die erfindungs-

gemäße Bremsanlage im Aufbau und in ihrer Funktionsweise erläutert wird, soll zunächst im Detail auf den erfindungsgemäßen Bremskrafterzeuger eingegangen werden.

5 Der erfindungsgemäße Bremskrafterzeuger umfasst ein Erzeugergehäuse 14, das auf ein Zwischengehäuseteil 15 aufgesetzt ist. Das Zwischengehäuseteil weist einen Aufnahmeabschnitt 17 auf, der mit einem vergrößerten Innendurchmesser ausgebildet ist. Dieser Aufnahmeabschnitt 17 nimmt in Fig.2 und 3 auf der linken Seite einen Hauptbremszylinder 16 auf. Ferner weist das Zwischengehäuseteil 15 eine Außenumfangsfläche 21 auf, auf der das Erzeugergehäuse 14 mit einem Montageabschnitt 23  
10 positionierend aufgenommen ist. Die zusammenwirkenden Abschnitte 17, 19 und 21, 23 sind in ihren Abmessungen festgelegt, wenngleich die übrigen Komponenten unterschiedlich dimensioniert und ausgelegt werden können. Dadurch ergibt sich eine modulare Bauweise, die vielfältige Kombinationen von Einzelkomponenten zu-  
15 lässt.

In das Erzeugergehäuse 14 ist ein Steuerventil 18 eingesetzt ist. Das Steuerventil 18 umfasst ein Steuerventilgehäuse 20, ein Steuerventilelement 22 und ein Ventiltglied 24. An dem Steuerventilelement 22 liegt eine Vorspannfeder 28 an. An dem von der  
10 Vorspannfeder 28 abgewandten Ende des Steuerventilelements 26 bildet dieses zusammen mit den zugewandten Abschnitten von Steuerventilgehäuse 20 und Ventiltglied 24 einen Vakuumdichtsitz und einen Atmosphärendichtsitz.

An dem Steuerventilgehäuse 20 ist eine bewegliche erste und zweite Wand 34, 36  
5 festgelegt. Eine Vorspannfeder 38 spannt das Steuerventilgehäuse 20 in die in Fig.2 gezeigte Stellung vor und sorgt nach einer Verlagerung für eine Rückstellbewegung. Die beweglichen Wände 34, 36 sind Teil einer Tandem-Kammeranordnung und abgedichtet in dem zweigeteilten Erzeugergehäuse 14 geführt. Sie unterteilen jeweils das zweigeteilte Erzeugergehäuse 14 in eine Vakuum- bzw. Unterdruckkammer 40<sub>1</sub>,  
0 40<sub>2</sub> und eine Arbeitskammer 42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub>. Die Vakuumkammern 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub> sind mit einer Unterdruckquelle oder mit einem Ansaugtrakt eines Verbrennungsmotors eines mit der Bremsanlage gemäß Fig.1 ausgerüsteten Kraftfahrzeugs verbunden, so dass sich in dieser ein gegenüber dem Atmosphärendruck reduzierter Unterdruck einstellt. Die Arbeitskammern 42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub> sind hingegen wahlweise mit den Vakuumkammern 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>  
5 oder mit der Umgebungsatmosphäre verbindbar.

Das Ventilglied 24 ist mit einem Übertragungskolben 48 zur gemeinsamen Bewegung gekoppelt. Dieser Übertragungskolben 48 stößt anderenends an einen Simulatorkolben 60, der dichtend in einer zylindrischen Sacklochbohrung 62 in einem Betätigungskolben 64 geführt ist. Der Betätigungskolben 64 ist in einem Primärkolben 66 dichtend und verschiebbar geführt, wobei der Primärkolben 66 in einer Zylinderbohrung 68 in dem Hauptbremszylinder 16 geführt ist. Der Betätigungskolben 64 und der Primärkolben 66 schließen einenends eine Primärkammer 70 in dem Hauptbremszylinder 16 ab, die an ihrem anderen Ende durch einen Sekundärkolben 72 abgeschlossen ist. Der Sekundärkolben 72 schließt mit dem Gehäuse des Hauptbremszylinders 16 eine Sekundärkammer 74 ein.

Die Primärkammer 70 ist über eine Hydraulikleitung 76 mit einem Primärbremskreis 120 des in Fig.1 dargestellten Bremssystems verbunden. Die Sekundärkammer 74 ist über eine Hydraulikleitung 78 mit einem Sekundärbremskreis 122 verbunden.

Der Simulatorkolben 60 ist Teil einer Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80, die hydraulisch mit dem Krafteingangsglied 56 verbunden ist. Er ist das zentrale Element der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung. An ihm greift eine vorgespannte Simulationsfeder 82 an, die in einer Fluidkammer 88 innerhalb der Bohrung 62 angeordnet ist.

Die Fluidkammer 88 ist über eine Bohrung 90, eine Mündung 93 und ein in Figur 1 schematisch gezeigtes Hydrauliksystem mit der nicht näher dargestellten Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80 hydraulisch gekoppelt. Diese Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80 ist im Detail im Stand der Technik gemäß DE 10 2005 030 223 A1 beschrieben.

Der Betätigungskolben 64 weist an seinem in Figur 3 linken Endbereich einen Flansch 65 auf, der in der gezeigten Ausgangsstellung in Anlage mit einem Kragen 67 des Zwischengehäuseteils 15 steht. Bei einer Betätigung des Krafteingangsglied 56 über das Bremspedal 58 hebt sich dieser Flansch 65 jedoch von dem Kragen 67 ab. Der Betätigungskolben 64 weist auch eine Druckausgleich- und Entlüftungsbohrung 91 auf.

Bevor nun auf die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Bremskrafterzeugers 10 eingegangen werden soll, wird im Folgenden der weitere Aufbau der erfindungsgemäßen Bremsanlage 12 anhand von Fig.1 beschrieben. Fig.1 zeigt vier Radbremsein-

heiten 112, 114, 116 und 118, wobei die Radbremseinheit 116 und 118 dem Primärkreis 120 zugeordnet und über die Hydraulikleitung 76 mit der Primärkammer 70 hydraulisch gekoppelt sind, und wobei die Radbremseinheiten 112 und 114 dem Sekundärkreis 122 zugeordnet sind, der über die Hydraulikleitung 78 mit der Sekundärkammer 74 hydraulisch gekoppelt ist. Primärkreis 120 und Sekundärkreis 122 sind in herkömmlicher Weise aufgebaut und umfassen zusätzlich noch zwei elektromagnetische Trennventile 124 und 126 bzw. 128 und 130.

Im Übrigen sind jeder Radbremseinheit 112, 114, 116 und 118 jeweils ein Zuführtrennventil 132 und ein Abföhrtrennventil 134 zugeordnet, wobei die Zuführtrennventile 132 in ihrer Passivstellung geöffnet sind und durch aktives Ansteuern geschlossen werden und wobei die Abföhrtrennventile 134 in ihrer Passivstellung geschlossen sind und durch aktives Ansteuern geöffnet werden. Bei geöffneten Zuführtrennventilen 132 lassen sich die Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 fluidisch beschicken, um eine Bremswirkung zu erzielen. Durch Schließen der Zuführtrennventile 132 lassen sich die Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 fluidisch isolieren, so dass keine Bremswirkung über diese erzielbar ist.

Darüber hinaus sind Druckspeicher 136 bzw. 138 sowie Druckquellen 140 und 142 vorgesehen, die die Bremsanlage 12 ABS- und ESP-fähig machen. Mit anderen Worten kann das erfindungsgemäße Bremssystem 12 auch ohne Betätigung des Bremspedals 58 über eine nicht gezeigte elektronische Steuereinheit in an sich bekannter Weise angesteuert werden.

Im Folgenden soll jedoch anhand von Fig.1 und 2 auf Betriebssituation eingegangen werden, in denen das Bremspedal 58 von einem Fahrer mit einer Pedalbetätigungskraft  $F_p$  beaufschlagt wird, so dass auf das Krafteingangsglied 56 eine Kraft  $F_k$  einwirkt. Hierbei sind drei Betriebsfälle zu unterscheiden:

#### *Betriebsfall 1: Normalbremsung*

Bei einer herkömmlichen Bremsung, bei der das erfindungsgemäße Bremssystem 12 ordnungsgemäß funktioniert, wird bei einer Betätigung des Bremspedals 58 das Krafteingangsglied 56 in Fig.1 und 2 nach links verlagert. Das Ventilglied 24 wird nach Maßgabe einer Verlagerung des Krafteingangsglieds 56 ebenfalls nach links verlagert. Dies führt dazu, dass der Atmosphärendichtsitz aus der in Fig.2 gezeigten geschlossenen Stellung herausbewegt und geöffnet wird, so dass von der Umge-

5 bungsatmosphäre Luft in die Arbeitskammern 42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub> einströmen kann. Da sich in den Unterdruckkammern 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub> jedoch ein gegenüber dem Atmosphärendruck reduzierter Unterdruck (Vakuum) befindet, kommt es an der beweglichen Wand 34, 36 zu einer Druckdifferenz, so dass aufgrund der sich aufbauenden Druckdifferenz die bewegliche Wand 34, 36 jeweils zusammen mit dem Steuerventilgehäuse und dem mit diesem gekoppelten Primärkolben 66 in Fig.1 und 2 nach links verlagert wird. In der Folge kommt es zu einem Druckaufbau in der Primärkammer 70 sowie in der Sekundärkammer 74, der in herkömmlicher Weise über geöffnete Trennventile 124 und 128 an die Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 geleitet wird, um an diesen eine Bremsverzögerung zu erzielen. Der Druckaufbau an der beweglichen Wand 34,36 findet solange statt, bis Vakuumdichtsitz und Atmosphärendichtsitz geschlossen werden. Sodann stellt sich ein konstanter Gleichgewichtszustand ein.

15 Es ist festzuhalten, dass die auf das Krafteingangsglied 56 einwirkende Kraft  $F_K$  - abgesehen von der Betätigung des Ventilglieds 24 - nicht unmittelbar zur Bremskrafterzeugung beiträgt. Vielmehr wird diese Kraft über die Übertragungskolbenanordnung 48 auf das zwischen dem Simulatorkolben 60 und dem Betätigungskolben 64 in der Sacklochbohrung 62 eingeschlossene Hydraulikfluid übertragen. Dieses wird unter Druck gesetzt und strömt über die vorgesehene Bohrung 90 in die hydraulische Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung. Der Fahrer verspürt somit am Bremspedal unter Vermittlung der Übertragungskolbenanordnung 48 und des sich an diesen anschließenden Hydrauliksystems vertraute Pedalgegenkraft, obgleich die von ihm aufgebrauchte Pedalkraft nicht zur Bremskrafterzeugung beiträgt.

20  
25 Sobald der Fahrer die Pedalbetätigungskraft wieder reduziert, bewegt sich das Steuerventilgehäuse 20 in seine in Fig.2 gezeigte Ausgangsstellung zurück. Die Bremswirkung wird aufgehoben.

### *Betriebsfall 2: Technischer Defekt*

30 Bei einem technischen Defekt, bei dem die Kammeranordnung nicht mehr korrekt funktioniert, so dass sich auch keine hinreichende Druckdifferenz mehr an der beweglichen Wand 34, 36 aufbauen lässt, geschieht Folgendes: Eine Bewegung des Ventilglieds 24 in Folge einer Pedalbetätigung bleibt entgegen dem vorstehend geschilderten Normalbremsfall zunächst wirkungslos. Dies bedeutet, dass das Ventilglied 24 relativ zu dem Steuerventilgehäuse 20 verlagert wird, wobei ein Spiel  $s$  überwunden wird. Schließlich legt sich das Ventilglied 24 mit seinem in Fig. 2 linken

Ende an das Steuerventilgehäuse 20 an und verschiebt dieses zusammen mit dem Primärkolben 66 unter der Wirkung der Kraft  $F_K$  nach links. Die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80 bleibt in einem derartigen Zustand im Wesentlichen wirkungslos, da es aufgrund eines geöffneten Ventils 98 zu einem Fluidstrom aus der Sacklochbohrung 62 in ein Fluidreservoir 96 kommen kann. Die fluidische Verbindung zwischen der Sacklochbohrung 62 und dem Hydraulikkreis der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80 bleibt permanent bestehen. In der Folge wird die weitere von einer Betätigung des Bremspedals 58 herrührende Bewegung unmittelbar mechanisch auf den Primärkolben 66 übertragen.

Somit kann die von dem Bremspedal ausgehende Betätigung unmittelbar mechanisch in eine Betätigungskraft und damit letztendlich in eine Bremswirkung umgewandelt werden.

### *Betriebsfall 3: regeneratives Bremsen*

Die erfindungsgemäße Bremsanlage ist insbesondere auch bei Hybridfahrzeugen einsetzbar, die beispielsweise zusätzlich zu einem Verbrennungsmotor auch noch mit einem Elektromotor (nicht näher gezeigt) ausgerüstet sind. Der Elektromotor kann auch als Generator genutzt werden, um aus der kinetischen Energie des entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugs elektrische Energie zurückzugewinnen, die in einem Akkumulator zwischengespeichert und später zum Antreiben des Elektromotors wieder genutzt werden kann. Die während der Generatorwirkung des Elektromotors auftretende Fahrzeugverzögerung kann bei Hybridfahrzeugen auch zu Bremszwecken genutzt werden, wobei man in diesem Zusammenhang dann von einem „regenerativen Bremsen“ spricht.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass bei einer Betätigung des Bremspedals 58 zunächst solange der Elektromotor aufgrund seiner Generatorwirkung im Wesentlichen allein für eine Fahrzeugverzögerung sorgt, bis der durch die Intensität der Bremspedalbetätigung geäußerte Verzögerungswunsch des Fahrers das Verzögerungsvermögen des Generators übersteigt. In einem solchen Fall einer moderaten Verzögerung, die eine Aktivierung der Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 nicht erfordert, d.h. in einem Zeitraum, solange die Verzögerungswirkung des Generators ausreicht, um dem Verzögerungswunsch des Fahrers zu entsprechen, sind Vorkehrungen zu treffen, um kein unerwünschtes Aktivieren der Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 durchzuführen. Hierzu ist der Fluidspeicher 108 vorgesehen.

Obgleich der Bremskrafterzeuger 10 in gleicher Weise funktioniert, wie vorstehend für den Normalbremsfall beschrieben, hat eine Verlagerung des Primärkolbens 66 keine unmittelbare Auswirkung auf eine Aktivierung der Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118. Bei einem derartigen regenerativen Bremsen werden nämlich die  
5 den Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 zugeordneten Zuführtrennventile 132 in ihre geschlossene Stellung geschaltet, so dass keine Förderung von Bremsfluid zu den einzelnen Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 erfolgt. Auch das Volumen der Sekundärkammer 74 bleibt im Wesentlichen unverändert. Die durch eine Verla-  
10 gerung des Primärkolbens 66 hervorgerufene Reduzierung des Volumens der Primärkammer 70 wird durch Umschalten des Trennventils 110 in seine geöffnete Stellung und Beschicken des Fluidspeichers 108 ausgeglichen.

Der Fluidspeicher 108 ist hinsichtlich seines Aufnahmevermögens und seiner Steifigkeit an die übrige Fahrzeugbremsanlage angepasst. Der Fahrer verspürt aufgrund der  
15 aktiven Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung 80 in herkömmlicher Weise eine Pedalgegenkraft, obgleich das Bremssystem an sich bei der regenerativen Bremsung vollkommen wirkungslos bleibt und die Verzögerung allein durch die Generatorwirkung hervorgerufen wird.

Sobald aber der Verzögerungswunsch des Fahrers das Verzögerungsvermögen des  
20 als Generator wirkenden Elektromotors übersteigt, ist es erforderlich, zusätzliche Bremskraft über die Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 aufzubauen. In der Folge werden die Zuführtrennventile 132 in ihre geöffnete Stellung geschaltet, so dass der in dem Fluidspeicher 108 anliegende Überdruck und jede weitere Bremspe-  
25 dalbetätigung in beschriebener Weise zu den Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 übertragen werden kann. Gleichzeitig wird der Generator abgeschaltet. Aufgrund der Anpassung der Eigenschaften des Fluidspeichers 108 an das übrige Bremssystem kommt es bei Abschaltung des Generators zu einem im Wesentlichen kontinuierlichen, stetigen (sprungfreien) Übergang der Bremswirkung, d.h. der in dem Fluidspei-  
30 cher 108 gespeicherte Bremsdruck führt zu einer der Bremswirkung des Generators im wesentlichen analogen Bremswirkung an den Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118. Nachdem der Überdruck aus dem Fluidspeicher 108 an den Radbremseinheiten 112, 114, 116 und 118 anliegt und diese entsprechende Bremswirkung zeigen, wird das Trennventil 110 geschlossen. Die weitere Bremsung erfolgt in  
35 herkömmlicher Weise, d.h. durch weiteres Niederdrücken des Bremspedals und dadurch hervorgerufene weitere Druckerhöhung im Primärkreis 120 und Sekundärkreis 122. Sobald die Bremsung beendet wird und der Fahrer das Bremspedal wieder frei-

gibt, wird das Trennventil 110 nochmals geöffnet, so dass sich der in dem Druckspeicher 108 verbliebene Restdruck vollständig abbauen kann. Das System befindet sich sodann wieder im bremswirkungslosen Ausgangszustand, wie in Fig. 1 und 2 gezeigt.

- 5 Erfindungsgemäß lässt sich ein verhältnismäßig einfach, insbesondere durch die Verwendung des Zwischengehäuseteil 15 modular aufgebauter Bremskrafterzeuger komfortabel betätigen und insbesondere auch im Zusammenhang mit einem Hybridfahrzeug unter geringem technischem Aufwand einsetzen.
- 10 Das Zwischengehäuseteil 15 ermöglicht es, verschiedenartige Hauptbremszylinder 16 mit verschiedenartigen Bremskrafterzeugungs-Einrichtungen mit entsprechenden Erzeugergehäusen 14 auf einfache Weise über standardisierte Schnittstellen zu verbinden.

## Patentansprüche

- 5 1. Bremskrafterzeuger (10) für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage (12) mit  
- einem Krafteingangsglied (56), das mit einem Bremspedal (58) koppelbar oder  
gekoppelt und in einer Gehäuseanordnung des Bremskrafterzeugers (10) verlagerbar  
ist,  
- einem Hauptbremszylinder (16), in dem ein Primärkolben (66) verlagerbar  
10 geführt ist, wobei der Primärkolben (66) mit dem Hauptbremszylinder (16) eine Pri-  
märdruckkammer (70) zur Erzeugung eines hydraulischen Bremsdrucks begrenzt,  
- einer mit dem Krafteingangsglied (56) koppelbaren Pedalgegenkraft-  
Simulationseinrichtung (80) und  
- einer Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zum Ausüben einer Betäti-  
15 gungskraft auf den Primärkolben (66),  
wobei die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) mit dem Krafteingangsglied  
(56) koppelbar oder gekoppelt ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseanordnung ein separat ausgebildetes  
Zwischengehäuseteil (15) aufweist, das mit dem Hauptbremszylinder (16) verbunden  
20 ist und auf dem ein der Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung zugeordnetes Er-  
zeugergehäuse (14) angebracht ist, wobei das Zwischengehäuseteil (14) wenigstens  
eine Komponente der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) aufnimmt.
2. Bremskrafterzeuger (10) nach Anspruch 1,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengehäuseteil (15) hülsenartig mit einem  
axialen Durchbruch ausgebildet ist und einen endseitigen Kopplungsabschnitt (19)  
des Hauptbremszylinders (16) mit einem einseitig angeordneten Zylinderaufnah-  
meabschnitt (17) dichtend aufnimmt.
- 0 3. Bremskrafterzeuger (10) nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengehäuseteil (15) im Bereich seines Zylin-  
deraufnahmeabschnitts (17) mit erweitertem Innendurchmesser ausgebildet ist.
4. Bremskrafterzeuger (10) nach Anspruch 2 oder 3,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengehäuseteil (15) an seinem vom Zylin-  
deraufnahmeabschnitt (17) entfernten Endbereich mit einer im Durchmesser vereng-  
ten Anlageabschnitt (67) ausgebildet ist.

5. Bremskraftezeuger (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Zwischengehäuseteil (15) ein der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung zugeordneter Betätigungskolben (64) aufgenommen ist, der in seiner Ausgangsstellung an dem Anlageabschnitt (67) anliegt.

5

6. Bremskraftezeuger (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärkolben (66) mit einer Durchgangsbohrung versehen ist, in der der Betätigungskolben (64) geführt ist, wobei der Betätigungskolben (64) eine Betätigungszyylinderbohrung (62) aufweist, in der ein Simulatorkolben (60) einer Übertragungskolbenanordnung (48) geführt und verlagerbar ist, wobei der Simulatorkolben (60) in dem Betätigungskolben (64) eine Hydraulikfluidkammer begrenzt, die fluidisch mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) gekoppelt ist.

10

7. Bremskraftezeuger (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Krafteingangsglied (56) über die Übertragungskolbenanordnung (48) mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) gekoppelt ist.

15

8. Bremskraftezeuger (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugergehäuse (14) der Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung über das Zwischengehäuseteil (15) relativ zu dem Hauptbremszylinder (16) positioniert.

20

9. Bremskraftezeuger (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengehäuseteil (15) eine relativ zu dem Zylinderaufnahmeabschnitt (17) ausgerichtete Außenumfangsfläche (21) aufweist, auf der ein Montageabschnitt (23) des Erzeugergehäuses (14) angebracht ist.

25

10. Bremskraftezeuger (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Krafteingangsglied (56) über eine Übertragungskolbenanordnung (48) mit der Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung (80) gekoppelt ist.

30

11. Bremskraftezeuger (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungskraft-Erzeugungseinrichtung ein Steuerventil (18) und eine Kammeranordnung aufweist, wobei die Kammeranordnung mit

35

einer Unterdruckkammer (40) und einer von der Unterdruckkammer (40) durch eine bewegliche Wand (34, 36) getrennte und über das Steuerventil (18) fluidisch verbindbare Arbeitskammer (42) ausgebildet ist und wobei das Steuerventil (18) mechanisch über die Pedalbetätigung zum Erzielen einer die Betätigungskraft bestimmenden Druckdifferenz zwischen der Arbeitskammer (42) und der Unterdruckkammer (40) ansteuerbar ist.

12. Bremskrafterzeuger (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pedalgegenkraft-Simulationseinrichtung über ein Pedalgegenkraft-Hydrauliksystem hydraulisch mit einer komprimierbaren Simulationsfeder oder/und mit fluidischen Dämpfungsmitteln, vorzugsweise einer Drossel, oder/und mit einer gummielastischen Anschlagscheibe koppelbar ist.

13. Bremskrafterzeuger (10) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Pedalgegenkraft-Hydrauliksystem (80) mit einem ansteuerbaren Trennventil (98) ausgebildet ist, das in einer ersten Stellung, vorzugsweise in seiner Passivstellung, die Dämpferanordnung und die Übertragungskolbenanordnung hydraulisch voneinander entkoppelt und eine im Wesentlichen ungedämpfte Bewegung der Übertragungskolbenanordnung (48) zulässt und das in einer zweiten Stellung, vorzugsweise seiner Aktivstellung, die Dämpferanordnung und die Übertragungskolbenanordnung (48) hydraulisch miteinander koppelt.

14. Bremskrafterzeuger (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennventil (98) zu Beginn einer Bremspedalbetätigung aus seiner Passivstellung in seine Aktivstellung geschaltet wird und die Ansteuerung erst nach Beendigung der Bremspedalbetätigung aus seiner Aktivstellung in seine Passivstellung geschaltet wird.

15. Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit einem Bremskrafterzeuger nach einem der vorangehenden Ansprüche.

16. Bremsanlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeug mit einem zur Verzögerung genutzten Generator ausgebildet ist und dass die bei Aktivierung des Generators erzielte Fahrzeugverzögerung bei der Ansteuerung der Bremsanlage berücksichtigt wird, wobei die Bremsanlage einen mit dem Hauptbremszylinder kommunizierenden fluidischen Bremskreis aufweist, in dem wenigstens ein Fluidspeicher (108) vorgesehen

- 16 -

ist, wobei der wenigstens eine Fluidspeicher (108) solange mit Hydraulikfluid aus dem fluidischen Bremskreis beschickbar ist, solange eine zum Abbremsen des Fahrzeugs momentan erforderliche Soll-Verzögerung die durch Aktivierung des Generators maximal erzielbare Fahrzeugverzögerung nicht übersteigt, wobei zwischen dem  
5 fluidischen Bremskreis und dem Fluidspeicher (108) ein ansteuerbares Schaltventil (110) vorgesehen ist, das in seiner ansteuerungsfreien Passivstellung den Fluidspeicher (108) von dem fluidischen Bremskreis trennt und in seiner angesteuerten Aktivstellung den Fluidspeicher (108) mit dem fluidischen Bremskreis verbindet.

10

70

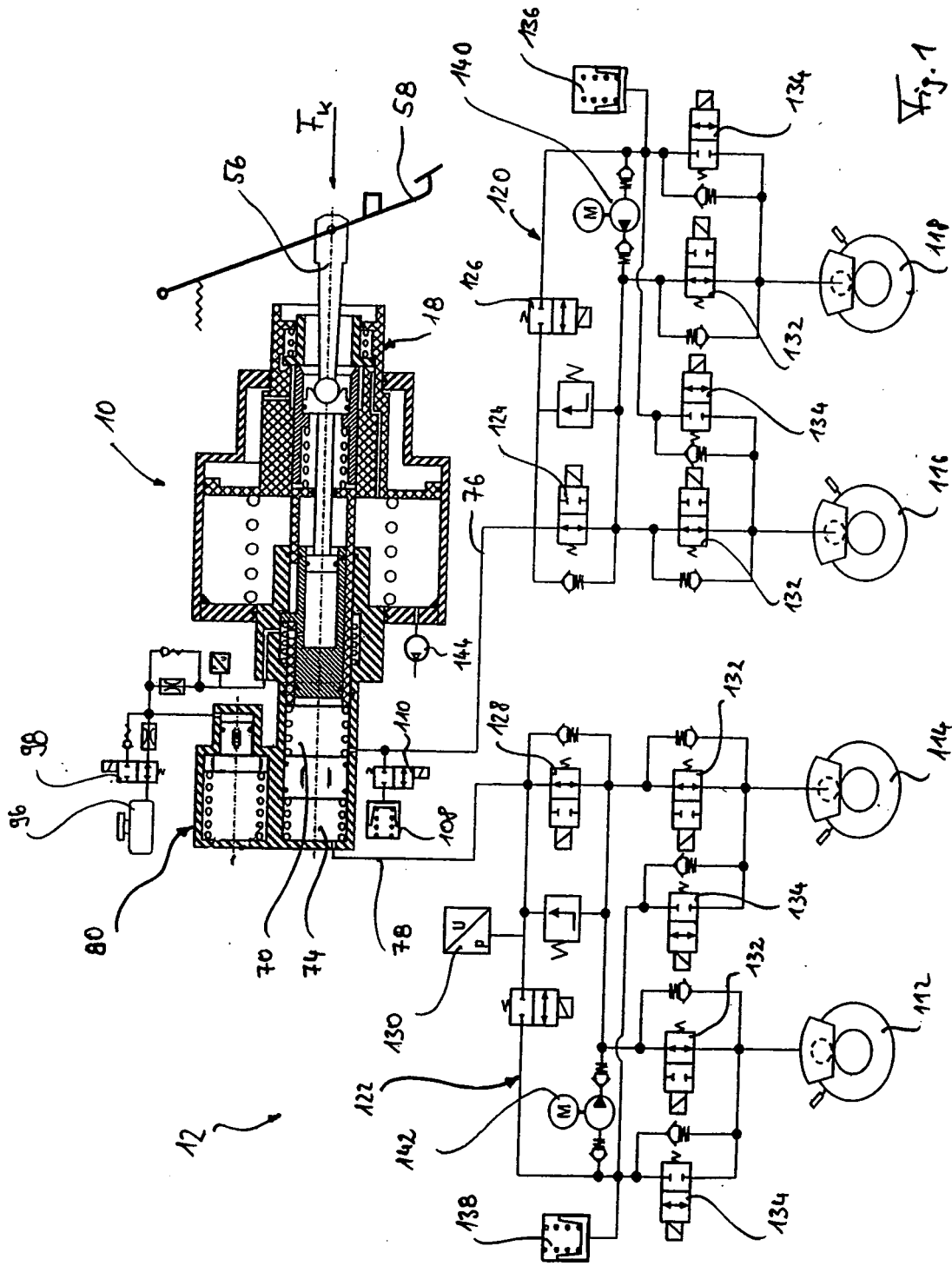


Fig. 1

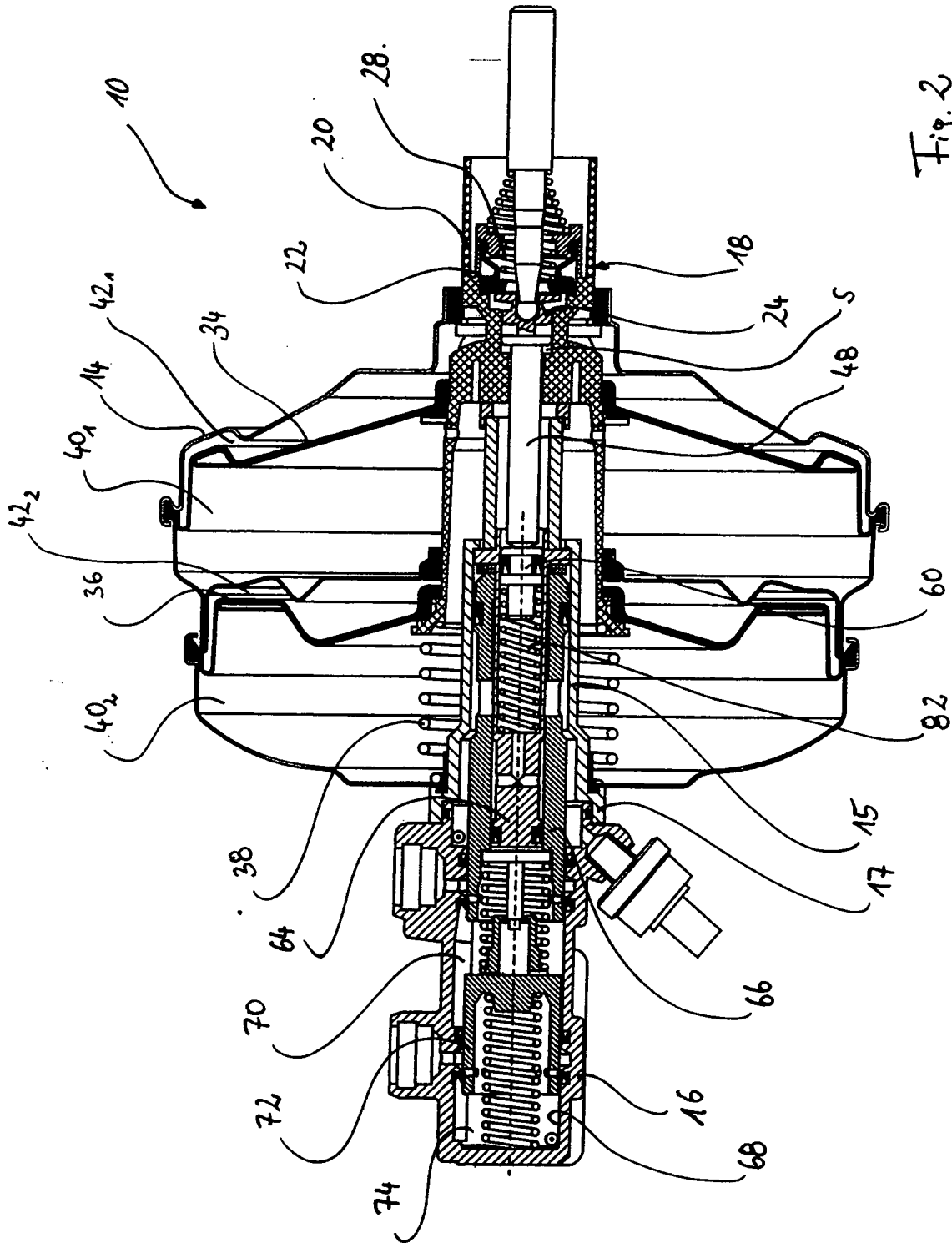


Fig. 2

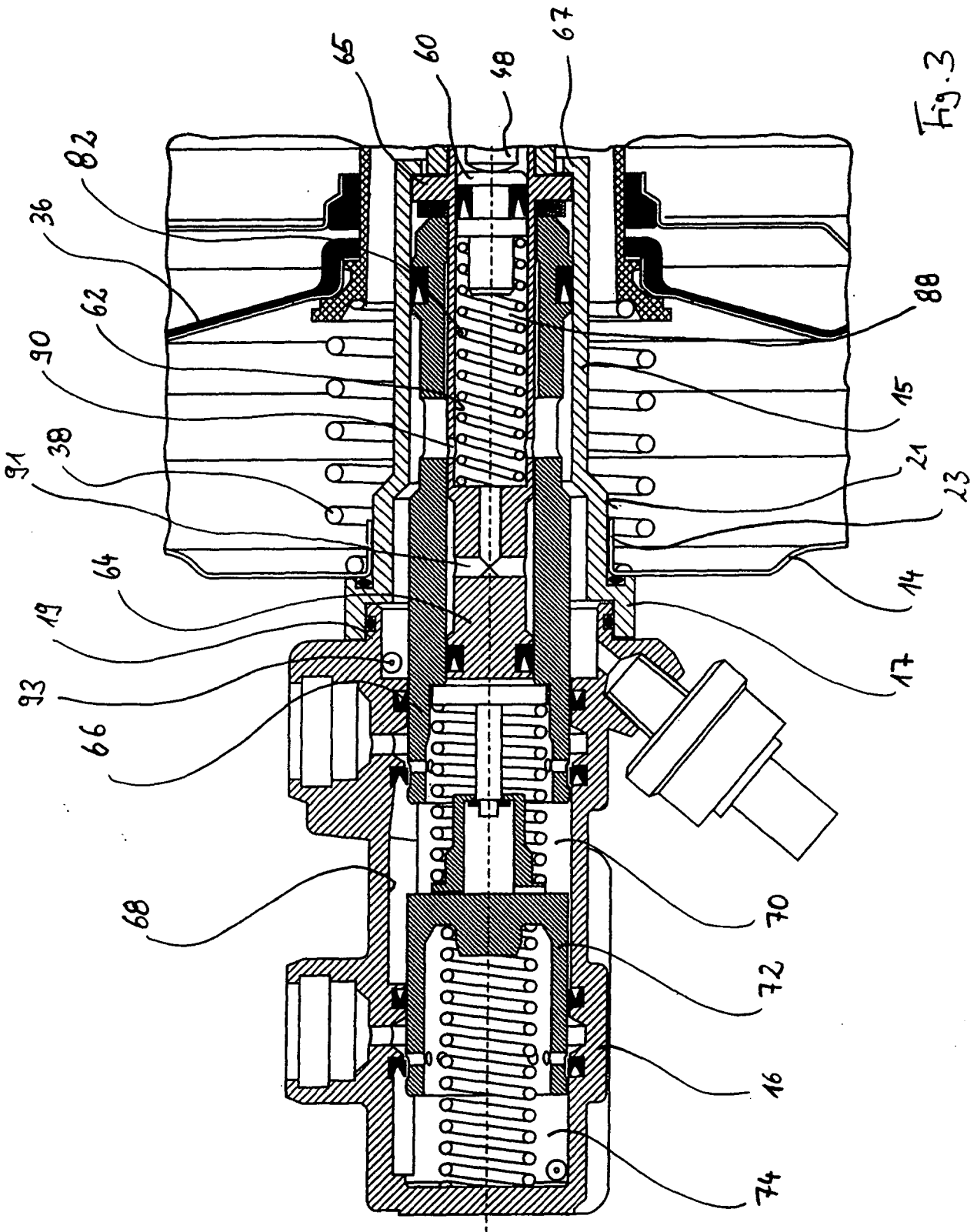


Fig. 3